

**PRV**

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

Patentavdelningen

**Intyg  
Certificate**

Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.

This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.



(71) Sökande                      *Electrolux AB, Stockholm SE*  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer    *0201739-0*  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum              *2002-06-07*  
Date of filing

REC'D 25 JUN 2003

WIPO                      PCT

*Stockholm, 2003-06-10*

*För Patent- och registreringsverket*  
*For the Patent- and Registration Office*

*Lina Oljeqvist*  
*Lina Oljeqvist*

*Avgift*  
*Fee*

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

**Case P-10090****Sökande: Aktiebolaget Electrolux, Stockholm****Elektroniskt avgränsningssystem****TEKNISKT OMRÅDE**

Föreliggande uppfinning avser ett förfarande och ett elektroniskt söksystem för en självgående anordning, företrädesvis en gräsklipparrobot. Systemet innefattar åtminstone en första slinga ansluten till åtminstone en första signalgenerator samt åtminstone en på anordningen anordnad avkänningsenhet. Avkänningsenheten avkänner åtminstone ett i luftmediet sig utbredande magnetfält utsänt via den första slingan och sänder i sin tur vidare åtminstone en av avkänningsenheten bearbetad signal till åtminstone en drivkälla som bidrar till anordningens rörelser över en yta.

**TEKNISK BAKGRUND**

Tanken att utveckla arbetsredskap vilka sköter sig helt automatiskt är gammal. Sådana arbetsredskap kan bl.a. avse robotar för dammsugning eller för att klippa gräs. Trots det är det först på senare år som sådana produkter börjat nå ut på marknaden. Ett sådant exempel är robotdammsugaren Trilobite™ och robotgräsklipparen Auto Mower™. Båda dessa bearbetar (dammsuger respektive klipper) en yta genom ett röra sig över ytan inom det område som skall bearbetas.

För att roboten skall hålla sig inom ett begränsat område har man utvecklat söksystem. Dessa utgörs av slingor i form av elektriska ledare samt en i roboten placerade avkänningsenhet för slingans signaler. Slingan/Slingorna placeras bl.a. för att markera den gräns vilken roboten inte får passera för att avlägsna sig från. För en robotdammsugare behövs normalt sådana slingor endast i dörröppningar och vid trappor eftersom den normalt arbetar inomhus och hindras av rummets väggar. Om dammsugaren skulle arbeta över större ytor kan slingor som avdelar rummet vara aktuella. När det gäller robotgräsklippare finns normalt inga barriärer i form av väggar vilka hindrar gräsklipparen. Där används därför slingor för att avgränsa hela det område som roboten är tänkt att röra sig inom.

Sådana slingor och även vissa slingor för att avgränsa dammsugarens område kan utgöras av permanentmagneter eller elektriska ledare genom vilka en elektrisk strömsignal kan skickas.

Avkänningsenheten består normalt av minst en mottagare för avkänning av exempelvis magnetfält, en styrenhet ansluten till mottagaren för bearbetning av den mottagna signalen samt en motorstyrning vilken baserat på den bearbetade informationen styr robotens rörelser. När roboten närmar sig en slinga känner systemet av en förändrad fältstyrka (genererad av permanentmagneten eller strömsignalen). Styrenheten bearbetar informationen och väljer att styra roboten i en viss riktning beroende på vilken funktion som aktiveras. Roboten kan t.ex. hindras att röra sig ut ur området eller bringas att röra sig längs med slingan.

En brist med tidigare söksystem för självgående robotar är att de använt sig av en oavbruten signalström för att generera signalerna (exempelvis en eller flera sinusvågor). Magnetfälten som genereras av slingan breder ut sig i hela eller delar av det område inom vilket roboten opererar. Om andra fält utifrån breder ut sig i samma område och registreras av roboten, riskerar den att förvillas. Sådana magnetfält kan genereras av andra strömförande ledare i närheten. Speciellt magnetfält vilka är utsända av andra söksystem av samma typ utgör en risk eftersom dessa sänds ut med en frekvens som normalt motsvaras av de första sökystemets. Fälten adderas och robotens möjlighet att orientera sig i förhållande till slingorna försämras. En annan brist är att kostnaden för sinusbaserade system blivit högre eftersom dessa ofta kräver trimning av frekvensbestämmande komponenter. Den aktuella uppfinningen har tagits fram med syfte att överbrygga dessa brister.

### REDOGÖRELSE AV UPPFINNINGEN

Uppfinningen avser ett söksystem innefattar medel med vilka en första signalgenerator sänder en ström genom en första slinga, varvid strömmen under merparten av tiden är i ett vilotillstånd där den är väsentligen konstant och där vilotillståndet periodvis avbryts av åtminstone en karaktäristisk referensströmpuls.

## FIGURBESKRIVNING

Uppfinningen beskrivs mer i detalj i anslutning till utföringsexempel och med hänvisning till bifogade ritningar.

Fig. 1 visar ett söksystem i enligt med den föreliggande uppfinningen

Fig. 2 visar ett diagram över signaler i söksystemet enligt fig. 1

Fig. 3 visar en autonom anordning för söksystemet enligt fig. 1

Fig. 4 visar fältbilden för en ledare i söksystemet enligt fig. 1

Fig. 5 visar fältbilden för olika ledare i söksystemet enligt fig. 1

Fig. 6 visar ett flödesschema över en algoritm i söksystemet enligt fig. 1

Fig. 7 visar ett ytterligare ett flödesschema över en algoritm i söksystemet enligt fig. 1

Fig. 8 visar olika rörelser för den autonoma anordningen i söksystemet enligt fig. 1

Fig. 9 visar push-pull i söksystemet enligt fig. 1

## FÖREDRAGEN UTFÖRINGSFORM

I figurerna visas ett utföringsexempel av en söksystem i enlighet med uppfinningen. Utföringsexemplet skall inte tolkas som en begränsning av uppfinningen utan det har endast som syfte att konkret belysa en utformning av det söksystem vilket uppfinningen avser. Det för att ytterligare belysa uppfinningstanken.

I figur 1 visas ett söksystem. Systemet utgörs av en yttre slinga 1 tänkt att avgränsa det område inom vilket roboten 2 rör sig. Den yttre slingan innefattar en elektrisk ledare och en signalgenerator 3. Generatoren genererar signaler i form av elektrisk ström vilken sänds ut i ledaren. Systemet innefattar dessutom tre ytterligare slingor 4 – 6, vilka också utgörs av bl.a. elektriska ledare. En av dessa 4 använder samma

signalgenerator medan däremot de andra har var sin slavgenerator 7 – 8 vilka genererar deras respektive signaler. Dessa slavgeneratorer är anslutna till den yttre slingan för att kunna synkronisera sig till dess utsända signal. En alternativ möjlighet är att generatorerna synkroniseras genom en annan typ av kommunikation (ex.v. radio). Slingorna sträcker sig över varandra och den yttre slingan för att ytterligare belysa fördelen med söksystemet enligt uppfinningen.

I fig. 3 visas roboten. Den innefattar en avkänningsenhet 11,12,13 som del av söksystemet. Dessutom har roboten hjul 10. Avkänningsenheten utgörs normalt av en gemensam enhet vilken innefattar funktioner för mottagande 11 (i fortsättningen kallas mottagare) av magnetfält, styrning 12 ( i fortsättningen kallad styrenhet) för bearbetning av det mottagna magnetfält samt en motorstyrning 13 för styrning av drivmotorer och ställbara hjul på roboten. I figuren visas funktionerna som separata enheter vilket har till syfte att visa på att avkänningsenheten har dessa funktioner. I praktiken sker uppdelningen oftast med hjälp av mjukvara i en datorenhet, där mjukvaran kompletteras med lite extra komponenter till datorenheten. Mottagaren består normalt av en spole vilken omsluter en i spolens mitt inplacerad ferritstav. Magnetfältet påverkar mottagarenheten genom att spolen känner av förändringar i fältstyrkan. Styrenheten tar emot signalerna från mottagaren och utvärderar informationen. Baserat på informationen styr sedan styrenhetens motorstyrning den eller de motorer (visas ej) vilka driver ett eller flera av hjulen 10. En styrenhet för den här typen av apparat har givetvis många uppgifter, såsom att kontrollera verktyg/klippare/borst etc eventuellt monterade i roboten. Till hjälp för det har en sådan styrenhet normalt minnesenheter för lagring av programkod som den exekverar vid drift. Av intresse för den föreliggande uppfinningen är främst dess bearbetning av signaler utsända av en slinga och mottagna av mottagaren. Därför visas roboten delar endast schematiskt. Bearbetningen beskrivs närmare i samband med genomgången av robotens funktion nedan.

I fig. 4 och 5 visas fältbilden för de magnetfält som alstras runt ledare genom vilka elektrisk växlande ström sänds. Principen är att en växlande ström alstrar ett magnetfält runt en elektrisk ledare, vars styrka avtar med avståndet till ledaren, se fig. 4. I figuren visas vertikalfältet i olika punkter vid en cirkulär slinga. Observera att den

branta lutningen i kurvans mittre del motsvaras av att fältet byter riktning. Det innebär att roboten kommer känna av ett byte av fältriktning när den passerar över slingan.

Avkänningsenheten kan låta roboten delvis passera över den yttre slingan för att därigenom exempelvis kunna bearbeta en yta strax utanför slingan. Genom att låta robotens mottagarenhet må precis över slingan och därefter använda dödräkning på hjulen kan roboten nå en viss sträcka utanför den yttre slingan. Genom dödräkningen och/eller avkänning av magnetfältet kan den sedan hitta tillbaka. Denna rörelse visas ej i fig. 8.

I fig. 5 visas en schematisk bild med fyra elektriska ledare 13 – 16. Strömmen rör sig från betraktaren varför magnetfältets riktning runt ledare har den i figuren visade riktningen. Ytterligare detaljer om figurerna beskrivs längre fram med hänvisning till fig. 1 och 2.

Med hänvisning till figurerna skall nu slingornas 1, 4, 5, 6 och signalgeneratorernas 3, 7, 8 funktion beskrivas. Principen är att signalgeneratorerna 3, 7, 8 sänder ut en elektrisk ström i ledaren. Strömmen, förutsatt att den inte är konstant över ett visst tidsintervall, genererar ett magnetfält runt ledaren, visas i fig. 4 - 5. Eftersom ledaren är induktiv kommer en aktiverad spänningspuls under en första tidsperiod försena dess motsvarande strömpuls att stiga upp till den ström som motsvaras av spänningen över ledaren och ledarens resistans, dvs Ohms lag ( $I=U/R$ ). Den kommer exponentiellt att stiga upp mot idealvärde representerat av Ohms lag. Därmed infaller under varje påbörjad puls en tidsperiod under vilken söksystemet inte fungerar som i stationär ellära. Detta gäller även vid avklingandet av en strömpuls, vid vilken systemet har samma tröghet. Slingornas induktans styrs av slingans längd, hur den är orienterad och kabelns form. Elektriska ledare som ligger nära varandra påverkar slingans induktans. Insikten om induktansen är viktigt att ha i åtanke utformningen och förståelsen av systemet.

Huvudprincipen är att utforma ledarna så att induktansen minskar. Dessutom är det viktigt att få ner slingans längd och förbättra dess orientering. Om söksystemet riktar sig till robotar för konsumentbruk uppstår alltid en risk att användaren inte tar hänsyn

till detta (främst orienteringen). Därför är det viktigt att tillverkaren levererar kabel med en gynnsam utformning och längd (max 500 meter).

Söksystemet arbetar genom att sända ut strömpulser i de strömslingor 1, 4, 5, 6 vilka tillhör det specifika systemet. Pulserna, visas i fig. 2, har en pulslängd på 50  $\mu$ s respektive 100  $\mu$ s. Valet av pulslängd skall inte ses som en begränsning av uppfinningen utan de representerar endast lämpliga värden i detta utföringssexempel. Strömpulserna sänds ut av signalgeneratorerna 3, 7, 8 genom push-pull med en spänning mellan polerna på 40V. Push-pull innebär att polerna växlas under varje puls varvid strömmens topp-till-topp-värde genom ledaren blir större än den som motsvarar enkom en vanlig 40V puls. Anledningen till push-pull är att strömstyrkan är viktig för att generera det magnetfält som robotens mottagaren 11 skall känna av. I vissa länder får den här typen av lågspänningssystem inte använda en pol till polspänning på mer än 40V. Med en hög induktans i ledaren finns därmed en risk att magnetfältet blir för svagt under en 50 $\mu$ s puls och inte når fram till roboten. Och istället för att förlänga pulsens längd, vilket skulle öka energiförbrukningen och trängseln under varje signalperiod (se fig. 2) kan man använda push-pull. Resultatet med denna teknik innebär en strömstyrka på c:a 1 – 2 A.

I fig. 9 visas resultatet av en push-pull. Den totala varaktigheten för spänningspulserna 40 - 42 motsvaras av en puls i söksystemet. I det övre diagrammet visas den första 40 och den sista 41 spänningspulsen i varje puls. Båda dessa matas med samma polaritet ut i en slinga. Mellan den första och den sista pulsen växlas polerna varvid den mellanliggande strömpulsen 42 i det mittersta diagrammet sänds ut med omvänd polaritet mot de andra pulserna i samma slinga. Resultatet av detta förfarande blir en ström 43 som visas i det nedre diagrammet. Strömmen topp-till-topp-värde  $\hat{I}_{44}$  blir därmed dubbelt så stort mot om endast en spänningspuls med en polaritet sänts ut. Strömmens karaktär med flanker beror på ledarens induktans (se texten ovan).

I fig. 2 (visar en princip) motsvarar pulsen 20 en huvudpuls A0 med en längd på 100 $\mu$ s. Figuren visar en idealbild av strömpulser om ledaren inte hade någon induktans. Periodtiden 21 för denna, vilken också är periodtiden för hela detta

söksystem, är 12 ms vilket motsvarar en frekvens på 83 Hz. Huvudpulsen sänds ut i den yttre slingan 1. Mellan varje huvudpuls finns även plats för ytterligare pulser. Pulsen S1 22 har en längd på 50 $\mu$ s, har samma periodtid 21 och infaller 1ms 23 efter A0. Tiden 1ms är vald för att styrenhetens förstärkare skall hinna återställas efter A0. Tiden för återställningen beror på A0-signalens avklingande i förstärkarens kopplingskondensatorer. Pulsen S2 24 har samma längd och periodtid som S1 och infaller 2 ms 25 efter A0. Slutligen pulsen S3 26 vilken har samma längd och periodtid som S1 och S2 och infaller 3 ms 27 efter A0. Avståndet 1 ms är hela tiden valt för att en tidigare strömpuls skall ha möjlighet att klinga av. Strömpulserna genereras av signalgeneratorerna 3, 7, 8 varvid 3 genererar både A0 och S1 medan 7 genererar S2 och 8 genererar S3.

I fig. 5 visas fyra ledare 13 – 16 vilka motsvaras av slingorna 1, 4, 5, 6. Om man använder sig av fig. 2 och 5 och låter ledare 13 motsvara slinga 1 o.s.v. kommer magnetfälten T0 – T3 att motsvara strömpulserna 20, 22, 24, 26. T0 – T3 infaller därmed under olika tider och kan signalbehandlas individuellt av styrenheten. Styrenheten kan därför bedöma mottagarens 11 position i förhållande till varje enskild strömslinga. Detta är en stor fördel i jämförelse med tidigare sinussystem där varje strömslinga stör de andra strömslingorna.

Att använda strömpulser själva essensen i uppfinningstanken. Genom att strömpulserna infaller under korta tidsintervall och genom att man låter styrsystemet att endast lyssna efter pulser under motsvarande tidsintervall kan systemet sortera bort annat magnetfältsbrus som kan riskera störa robotens funktion. Ytterligare tankar är att den höga strömmen överröstar brus samt att de korta pulserna minskar energiförbrukningen.

Genom att göra strömpulserna korta i förhållande till periodtiden ger systemet också minimala störningar mellan två närbelägna osynkroniserade söksystem. Systemet kan utformas så att pulserna från ett andra grannsystem stör det första systemet under bara några få procent av tiden. Genom att utforma söksystemet så att det säkert kan hålla synkroniseringen får ett osynkroniserat andra söksystem mycket svårt att störa det första systemet och vice versa.



Med hänvisning till figurerna skall nu avkänningsenhetens funktion beskrivas. I fig. 6 – 7 visas flödesschema över några av de algoritmer som styrenheten arbetar efter. Dessa avser hanteringen av de signaler som strömpulsarna i slingorna alstrar. Huvudsyftet med kommunikationen från slingorna till roboten är främst att roboten skall kunna styra sina rörelser i förhållande till slingorna. Det och andra tänkbara funktioner diskuteras efter redogörelsen av algoritmen. Signalgeneratorerna alstrar strömpulser i slingorna vilka i sin tur genererar magnetfältspulser som utbreder sig från ledarna. Magnetfältspulsarna registreras av mottagaren 11 på roboten i förutsatt att de överskrider ett visst tröskelvärde. Tröskelvärdet innebär en ytterligare möjlighet för roboten att sortera bort signaler som härstammar från andra svagare signalkällor.

Mottagarens spole ger en inducerad spänning  $e$  som har ett momentanvärde proportionellt mot den magnetiska fältstyrkans tidsderivata:

$$e = -N \cdot d\phi/dt$$

Strömpulsernas fram- och bakkanter har den högsta derivatan (lutning) och kommer att ge upphov till en spänning som har en distinkt spänningspuls vid strömpulsens framkant och en lika distinkt puls av motsatt polaritet vid strömpulsens bakkant. Vid letandet efter A0 lyssnar styrenheten på mottagarspolens motriktade spänningspulser, vilka motsvarar strömpulsernas fram- och bakkanter (flanker).

Styrenheten initierar algoritmen (se fig. 6) genom att möjliggöra för mottagandet av strömpulsens dvs magnetpulsens positiva och negativa flanker för att därmed lyssna efter förekomsten av en A0 puls.

När flankerna registrerats beräknas avståndet mellan en positiv och därefter inkommande negativ puls eller omvänt. Genom att endast lyssna efter 100µs pulser skall styrenheten ges möjlighet att först synkronisera sig mot signalgeneratorns signaler. Inför ny avlyssning öppnar styrenheten för säkerhets skull c:a 30µs innan den positiva flanken på A0 bör uppkomma, se nedre diagrammet i fig. 2. När styrenheten konstaterat att den avkända pulsen är en A0, och den dessförinnan registrerat en A0, justerar den sin periodtid baserat på informationen från flankerna.

I fig. 7 visas hur styrsystemet synkroniserar söksystemet, dvs samverkan mellan roboten och slingorna/signalgeneratorerna. Styrenheten lyssnar hela tiden efter A0 pulser och justerar sin periodtid därefter. Eftersom styrenheten öppnar för avlyssning mellan vissa tidpunkter, i ett s.k. fönster 28 (se fig. 2), är det viktigt att periodtiden för styrsystemet överensstämmer med den för signalgeneratorerna. För att inte en ensam falsk A0 skall kunna sätta söksystemet ur spel justeras periodtiden stegvis. En ensam A0 puls innanför de 30  $\mu$ s 29, vilken puls kan komma från ett annat liknande söksystem, skall inte ensam kunna påverka styrenheten. Därför beräknas periodtiden genom att en del av felet mellan den av styrenheten beräknade periodtiden och den genom A0 utsända verkliga tiden. Först efter att flera "sanna" A0 registrerats är det tröga styrsystemet justerat. Risker att flera falska A0 efter varandra skulle uppkomma inom det fönster som styrsystemet lyssnar anses vara väldigt liten. För säkerhets skull kommer algoritmen starta om antalet godkända cykler minskar. Det för att undvika att roboten konstant arbetar vid fel periodtid.

Vikten av att roboten uppfattat periodtiden rätt är stor. Det är en förutsättning för att signalgeneratorerna skall kunna kommunicera med roboten. Om periodtiden är fel kommer fönstren 28 att förskjutas och roboten lyssna vid fel tillfällen. Därmed kommer styrenheten inte kunna registrera några signaler från slingorna.

Vad är då syftet med denna kommunikation mellan slingorna och roboten, och varför är det viktigt att den fungerar? Främsta syftet är att kontrollera robotens rörelser över ytan. Med det avses i det här utföringsexemplet att roboten skall hålla sig inom området inringat av den yttre slingan 1 och/eller områdena inringade av de ytterligare slingorna 4, 5, 6. I utföringsexemplet sänder signalgenerator 3 ut pulserna A0 i slinga 1. Robotens styrsystem lyssnar efter A0 och justerar sin periodtid därefter enligt fig. 6 – 7. Att A0 existerar är därmed det minsta villkoret för att en kommunikation skall fungera. Eftersom roboten kan känna av fältstyrkan för A0, se fig. 4, vet den att den närmar sig slingan 1. När mottagaren 11 passerat över slingan 1 byter det magnetfält enheten känner av tecken, se fig. 5. Om roboten arbetar efter en algoritm som ser till att roboten skall hålla sig innanför den yttre slingan 1 kommer styrenheten att styra roboten tillbaka in mot området innanför den yttre slingan. En sådan rörelse visas som 30 i fig. 8. En alternativ algoritm skulle kunna låta roboten uppvisa en rörelse enligt

31, dvs roboten rör sig företrädesvis längs med slingan. Zick-zack rörelsen är i praktiken väldigt begränsad. Med känsliga komponenter och en bra algoritm minskar man zick-zack karaktären.

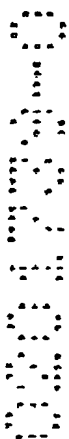
I texten har signalerna S1 – S3, 22, 24 och 26 i fig. 2 nämnts. Dessa har en bredd på  $50\mu\text{s}$  för att inte förväxlas med  $100\mu\text{s}$  som roboten synkroniserar sig mot. Dessa  $50\mu\text{s}$  pulser har samma periodtid och är synkroniserade med A0, och om styrsystemet känner till deras existens (kan ställas in exempelvis om antalet slingor utökas) kan den öppna fönster 28 för att lyssna av dessa. Dessa pulser används inte för synkroniseringsändamål och därför behöver endast magnetfältets riktning och storlek identifieras. Ett första syfte med dessa  $50\mu\text{s}$  pulser är att roboten skall kunna röra sig förhållande till andra slingor än den yttre slingan 1. I fig.8 innebär det att exempelvis en algoritm som arbetar mot S2, sänds ut i slinga 5, kan låta roboten röra sig i en rörelse enligt 32. Algoritmen ser till att roboten följer slingan i en viss riktning. Algoritmen kan tex användas om signalgeneratorm 7 också är utrustad med en laddstation för robotens batterier. Roboten skulle med en annan algoritm lyssna efter S3 och röra sig inom ett område inringat av slingan 6, se rörelse 33. Tex för att området kräver mer arbete, ex.v. klippning om det vore en gräsklipparrobot.

För att styrsystemet skall kunna avgöra vilken algoritm den skall använda när den känner av en signal kan man exempelvis utnyttja fler pulssignaler. Eftersom periodtiden för söksystemet ligger på 12 ms och en puls är  $50 - 100\mu\text{s}$  finns plats för fler pulser. Genom att skicka ut en ytterligare signal, exempelvis som S1, i den yttre slingan istället kan man skicka meddelanden till roboten. Styrsystemet lyssnar efter signalen S1 vars pulser representerar bitarna i en digital kod. Genom att i var och en av 8 efter varandra följande A0 perioder sända en kodad S1-puls kan generatorm sända 8 bits meddelandekoder som i roboten aktiverar en viss algoritm. Om en av de övriga slingorna kopplas in senare kan den ges ytterligare plats i pulståget för en meddelandesignal från dennas signalgenerator.

Ytterligare möjligheter skulle kunna vara att låta roboten sända signaler till signalgeneratorerna. På så sätt åstadkoms en tvåvägskommunikation som kan utnyttja för ännu fler ändamål.

Med avseende på roboten är möjliga användningsområden bearbetande robotar såsom gräsklipparrobotar och dammsugarrobotar. Sådana innehåller bearbetande verktyg som knivar eller borstar. Där skulle man exempelvis kunna tänka sig att styrenheten reglerar deras funktion baserat på den information som slingorna sänder ut. Exempelvis slås knivarna av vid vissa rörelser. Andra robotar skulle kunna vara rengöringsrobotar för våtrengöring av stora golvytor, exempelvis i industribyggnader. Valet av användningsområde är inte väsentlig utan ansökan avser söksystemet.

Utföringsexemplet visar ett söksystem med fyra slingor, tre signalgeneratorer och en robot. Utföringsexemplet är konkretisera uppfinningen och skall inte tolkas som en begränsning av uppfinningen. I uppfinningstanken ligger möjligheten att utrusta systemet med fler eller färre sökslingor och signalgeneratorer samt eventuellt använda fler än en robot. Ytterligare utföringsformer inryms därför inom den i patentkravet i angivna uppfinningstanken. Uppfinningen begränsas alltså inte till det ovan beskrivna och på ritningarna visade utföringsexemplet utan förfarandet kan användas inom alla de områden där söksystem för autonoma anordningar på hjul, normalt benämnda robotar, används.



## PATENTKRAV

1. Förfarande för manövrering av en självgående anordning (2) med hjälp av ett elektroniskt dirigeringsystem innefattande åtminstone en första slinga (1,4,5,6) ansluten till åtminstone en första signalgenerator (3,7,8) samt åtminstone en på anordningen (2) anordnad avkänningsenhet (11,12,13), varvid avkänningsenheten (11,12,13) åtminstone avkänner ett i luftmediet sig utbredande magnetfält utsänt via den första slingan (1,4,5,6) och i sin tur sänder vidare åtminstone en av avkänningsenheten (11,12,13) bearbetad signal till åtminstone en drivkälla som bidrar till anordningens rörelser över en yta,

**k ä n n e t e c k n a t a v**

att den första signalgeneratoren (3,7,8) sänder en ström genom den första slingan (3,7,8), varvid strömmen under merparten av tiden är i ett vilotillstånd där den är väsentligen konstant och där vilotillståndet periodvis avbryts av åtminstone en karaktäristisk referensströmpuls (20).

2. Förfarande enligt något patentkravet 1 **k ä n n e t e c k n a t a v** att avkänningsenheten (11,12,13) med kännedom om referensströmpulsens (20) egenskaper anpassar de tidsintervall (28,29) inom vilka avkänningsenheten (11,12,13) avkänner magnetfält.

3. Förfarande enligt patentkravet 2 **k ä n n e t e c k n a t a v** att med anpassning avses att avkänningsenheten (11,12,13) tidsmässigt synkroniserar den frekvens vid vilken enheten arbetar utifrån referensströmpulsens (20).

4. Förfarande enligt något av patentkraven 2 - 3 **k ä n n e t e c k n a t a v** att med anpassning avses att avkänningsenheten tidsmässigt synkroniserar tidsintervallen (28,29) utifrån referensströmpulsens (20) periodicitet, tidsläge och/eller varaktighet.

5. Förfarande enligt något av patentkraven 2 - 4 **k ä n n e t e c k n a t a v** att tidsintervallen (28,29) anpassas så att avkänningsenheten (11,12,13) känner av från systemet utsända strömpulser (20,22,24,26) varvid avkänningsenheten (11,12,13) vid inväntandet av nästa strömpuls (20,22,24,26) ignorerar strömpulser utanför tidsintervallet (28,29).

6. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att strömmen i varje slinga (1,4,5,6) sänds av en för den slingan utsändande signalgenerator (3,7,8), varvid respektive signalgenerator (3,7,8) synkroniserar varje strömpuls (20,22,24,26) mot övriga strömpulser (20,22,24,26) i söksystemet så att inga strömpulser i söksystemet infaller samtidigt i samma signalperiod (21).

7. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att strömmen i varje slinga (1,4,5,6) sänds av en för den slingan utsändande signalgenerator (3,7,8), varvid respektive signalgenerator synkroniserar varje strömpuls (20,22,24,26) mot övriga strömpulser (20,22,24,26) i söksystemet så att tidsavståndet mellan strömpulserna i söksystemet är så stort att signaler genererade i avkänningsenheten (11,12,13) av en strömpuls åtminstone delvis klingat av när signaler genererade av nästa strömpuls infaller.

8. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att strömmen i fler än en slinga sänds av samma signalgenerator (1).

9. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att strömmen har samma periodtid (21) oavsett den slinga genom vilken strömmen sänds.

10. Förfarande enligt patentkravet 9 k ä n n e t e c k n a t a v att periodtiden (21) för söksystemet väljs av en operatör.

11. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att varje strömpuls (22,24,26) har ett av systemet definierat tidsläge anpassat i relation till referensströmpulsen (20).

12. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att en utsänd strömpuls (20,22,24,26) i varje slinga (1,4,5,6) har ett tidsförlopp där strömmen under detta förlopp är såväl positiv och negativ i förhållande till den vilostrom slingan uppvisar.

13. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att referensströmpulsen (20) har en pulsbredd som avviker från den hos andra strömpulser (22,24,26) i söksystemet.

14. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att avkänningsenheten (11,12,13) avkänner magnetfältet (20,22,24,26) från åtminstone en slinga (1,4,5,6) i hela det område vilket anordningen är avsedd att röra sig inom.

15. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att åtminstone en av slingorna (6) skapats genom att ansluta en elektrisk ledare direkt till en av slingorna (1).

16. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att avkänningsenheten (11,12,13) endast avkänner magnetfältet utsänt från åtminstone en slinga (1,4,5,6) av i en del av det område anordningen (2) är avsedd att röra sig inom.

17. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att åtminstone en signalgenerator (3,7,8) med hjälp av en informationsströmpuls (22,26) i åtminstone en slinga i ett visst tidsläge i relation till referensströmpulsen (20) överför information till avkänningsenheten (11,12,13) genom att selektivt förändra informationsströmpulsens (22,26) egenskaper från period till period.

18. Förfarande enligt patentkravet 17 k ä n n e t e c k n a t a v att informationsströmpulsens (22,26) selektivt förändrade egenskaper utgörs av en växlande strömriktning.

19. Förfarande enligt patentkravet 17 k ä n n e t e c k n a t a v att informationsströmpulsens (22,26) växlande egenskaper utgörs av selektivt inhiberade strömpulser.

20. Förfarande enligt patentkravet 17 k ä n n e t e c k n a t a v att informationsströmpulsens (22,26) växlande egenskaper utgörs av strömpulser med selektivt olika pulslängd.

21. Förfarande enligt något av patentkraven 17 - 20 k ä n n e t e c k n a t a v att baserat på informationen aktiveras olika funktioner hos anordningen (2) vilka ex.v. reglerar anordningens (2) rörelser över ytan i förhållande till slingan (1,4,5,6).

22. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att avkänningsenheten (11,12,13) endast registrerar strömpulserna (20,22,24,26) om de utgörs av magnetfältspulser med en väsentlig fältriktning.

23. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att avkänningsenheten (11,12,13) registrerar positiva och negativa flanker på strömpulserna (20,22,24,26), varvid tidsavståndet mellan dessa två flanker avgör enhetens (11,12,13) hantering av den registrerade informationen.

24. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att i avkänningsenheten (11,12,13) genom information via strömpulser (20,22,24,26) eller genom information från en operatör, aktiverar en funktion vilken utnyttjar avkänningsenhetens (11,12,13) kännedom om slingan (1,4,5,6) inhämtad genom ytterligare information utsänd av slingan.

25. Förfarande enligt patentkravet 24 k ä n n e t e c k n a t a v att en aktivering av funktionen innebär att anordningen när den närmar sig en slinga väsentligen följer densamma (31) i en av slingans utsträkningsriktningar.

26. Förfarande enligt något av patentkraven 24 -25 k ä n n e t e c k n a t a v att en aktivering av funktionen innebär att anordningen när den befinner sig inom ett område omslutet av en slinga (1,4,5,6) och närmar sig en punkt på den omslutande slingan (1,4,5,6) byter riktning och rör sig (30) inom området bort från punkten.

27. Förfarande enligt något av patentkraven 24 -26 k ä n n e t e c k n a t a v att en aktivering av funktionen innebär att en operatör via en kontrollenhet kan kontrollera robotens rörelser och/eller bearbetning.

28. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven k ä n n e t e c k n a t a v att avkänningsenheten (11,12,13) sänder information.



29. Förfarande enligt patentkravet 28 **k ä n n e t e c k n a t a v** att den av avkänningsenheten (11,12,13) utsända information sänds i tidsmellanrummen mellan strömpulserna (20,22,24,26).

30. Elektroniskt söksystem för en självgående anordning, vilket system innefattar åtminstone en första slinga (1,4,5,6) ansluten till åtminstone en första signalgenerator (3,7,8) samt åtminstone en på anordningen anordnad avkänningsenhet (11,12,13), varvid avkänningsenheten (11,12,13) åtminstone avkänner ett i luftmediet sig utbredande magnetfält utsänt via den första slingan (1,4,5,6) och i sin tur sänder vidare åtminstone en av enheten (12) bearbetad signal till åtminstone en drivkälla som bidrar till anordningens rörelser över en yta,

**k ä n n e t e c k n a t a v**

att systemet innefattar medel med vilka den första signalgeneratoren (3,7,8) sänder en ström genom den första slingan (3,7,8), varvid strömmen under merparten av tiden är i ett vilotillstånd där den är väsentligen konstant och där vilotillståndet periodvis avbryts av åtminstone en karaktäristisk referensströmpuls (20).

31. Elektroniskt söksystem enligt patentkravet 30 **k ä n n e t e c k n a t a v** att strömmen har samma periodtid (21) oavsett den slinga genom vilken strömmen sänds.

32. Elektroniskt söksystem enligt något av patentkraven 30 – 31 **k ä n n e t e c k n a t a v** att varje strömpuls (22,24,26) har ett av systemet definierat tidsläge anpassat i relation till referensströmpulsen (20).

33. Elektroniskt söksystem enligt något av patentkraven 30 – 32 **k ä n n e t e c k n a t a v** att en utsänd strömpuls (20,22,24,26) i varje slinga (1,4,5,6) har ett tidsförlopp där strömmen under detta förlopp är såväl positiv och negativ i förhållande till den vilostrom slingan uppvisar.

34. Elektroniskt söksystem enligt något av patentkraven 30 – 33 **k ä n n e t e c k n a t a v** att referensströmpulsen (20) har en pulsbredd som avviker från den hos andra strömpulser (22,24,26) i söksystemet.

35. Elektroniskt söksystem enligt något av patentkraven 30 – 34 **k ä n n e t e c k n a t** a v att avkänningsenheten (11,12,13) avkänner magnetfältet (20,22,24,26) från åtminstone en slinga (1,4,5,6) i hela det område vilket anordningen är avsedd att röra sig inom.

36. Elektroniskt söksystem enligt något av patentkraven 30 – 35 **k ä n n e t e c k n a t** a v att åtminstone en av slingorna (6) skapats genom att ansluta en elektrisk ledare direkt till en av slingorna (1).

37. Elektroniskt söksystem enligt något av patentkraven 30 – 36 **k ä n n e t e c k n a t** a v att åtminstone en av slingorna är placerad ovanför, i eller under den sammanhängande yta som anordningen (2) är avsedd att röra sig över och därmed avskiljer ett inre område av ytan innanför slingan (1,4,5,6) från ett yttre område av ytan utanför slingan (1,4,5,6)

38. Elektroniskt söksystem enligt något av patentkraven 30 – 37 **k ä n n e t e c k n a t** a v att avkänningsenheten (11,12,13) endast avkänner magnetfältet utsänt från åtminstone en slinga (1,4,5,6) av i en del av det område anordningen (2) är avsedd att röra sig inom.

39. Förfarande enligt något av de tidigare patentkraven **k ä n n e t e c k n a t** a v att med självgående anordning (2) avses en bearbetande robot vilken innefattar ett bearbetande system för bearbetning av den yta över vilken roboten rör sig.

40. Elektronisk söksystem enligt patentkravet 39 **k ä n n e t e c k n a t** a v att det bearbetande systemet kontrolleras baserat på information mottagen och/eller lagrad för bearbetning av avkänningsenheten (11,12,13).

41. Elektronisk söksystem enligt något av patentkraven 39 - 40 **k ä n n e t e c k n a t** a v att med robot avses en gräsklipparrobot, varvid det bearbetande systemet utgörs av knivar vilka i rörelse skär av det växtmaterial som växer på ytan.





### SAMMANFATTNING

Föreliggande uppfinning avser ett förfarande och ett elektroniskt söksystem för en självgående anordning, företrädesvis en gräsklipparrobot. Systemet innefattar åtminstone en första slinga (1,4,5,6) ansluten till åtminstone en första signalgenerator (3,7,8) samt åtminstone en på anordningen anordnad avkänningsenhet (11,12,13). Avkänningsenheten (11,12,13) avkänner åtminstone ett i luftmediet sig utbredande magnetfält utsänt via den första slingan (1,4,5,6) och sänder i sin tur vidare åtminstone en av avkänningsenheten (11,12,13) bearbetad signal till åtminstone en drivkälla som bidrar till anordningens rörelser över en yta.

Söksystemet innefattar medel med vilka den första signalgeneratoren (3,7,8) sänder en ström genom den första slingan (3,7,8), varvid strömmen under merparten av tiden är i ett vilotillstånd där den är väsentligen konstant och där vilotillståndet periodvis avbryts av åtminstone en karaktäristisk referensströmpuls (20).

9  
1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9

1/8

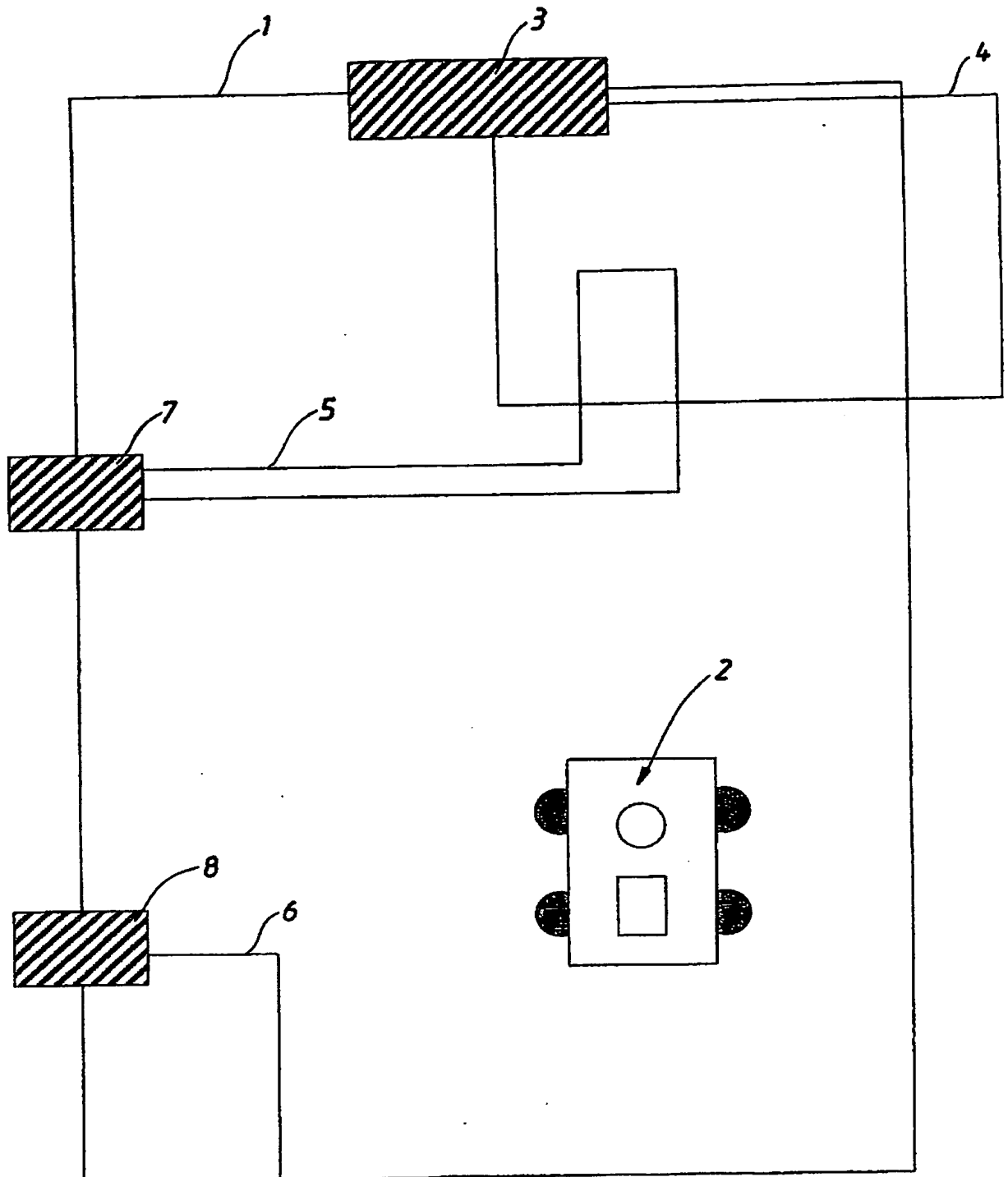


FIG. 1

**FIG. 2**

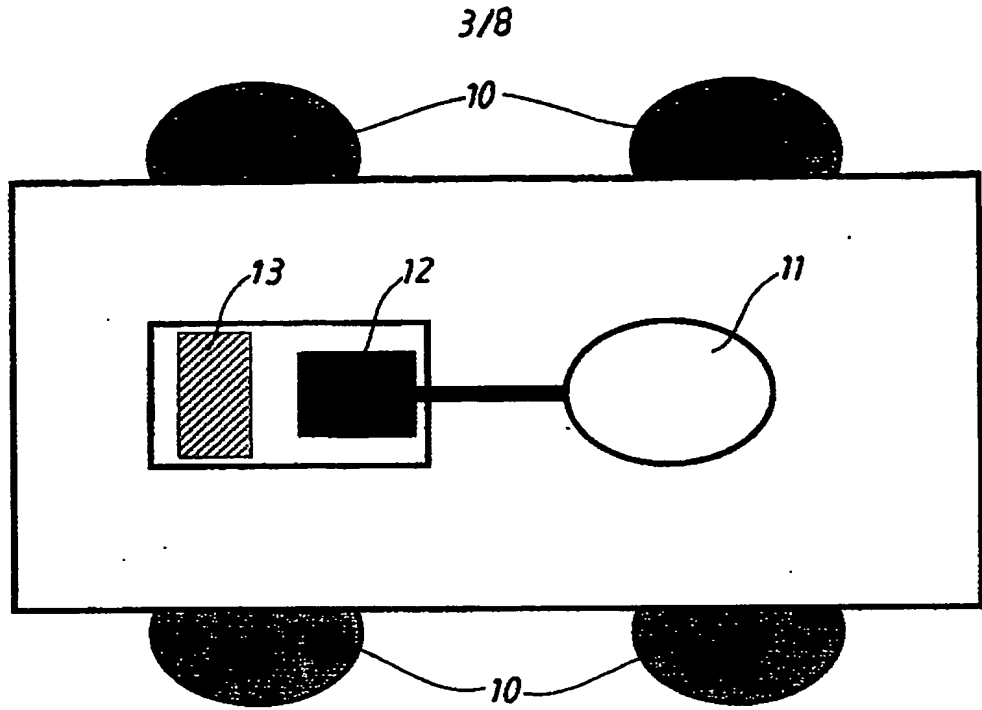
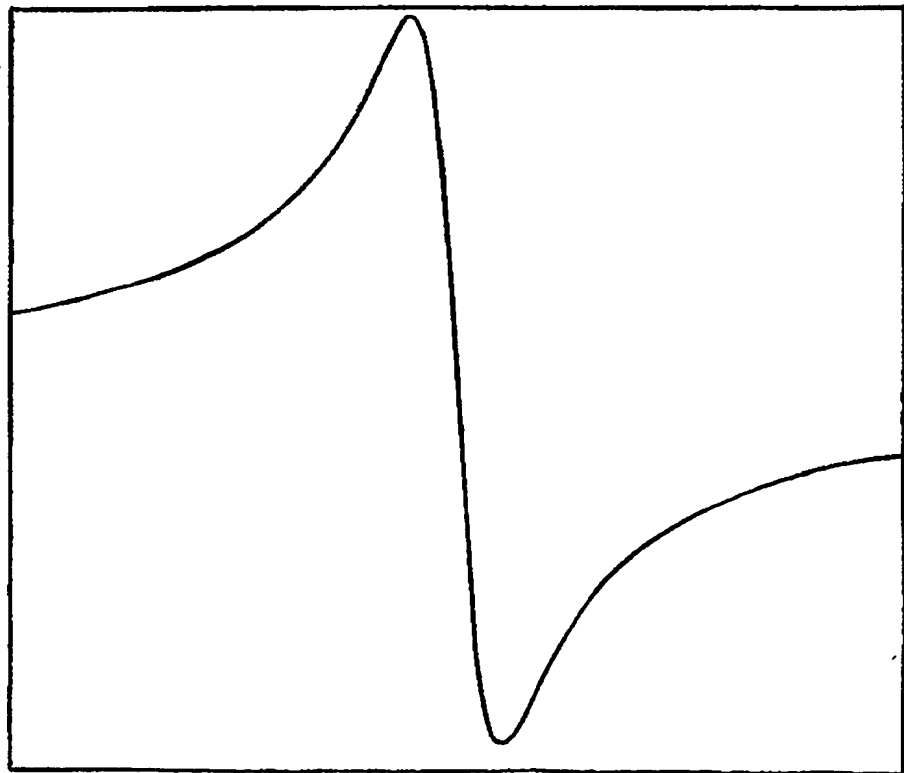
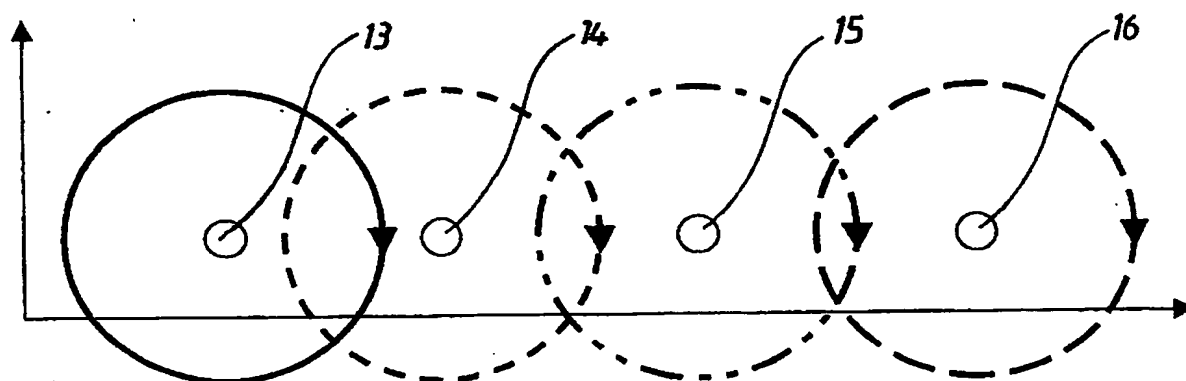


FIG. 3



4/8



T0 —————

T1 - - - - -

T2 — · · · · ·

T3 - - - - -

FIG. 5

FIG. 5



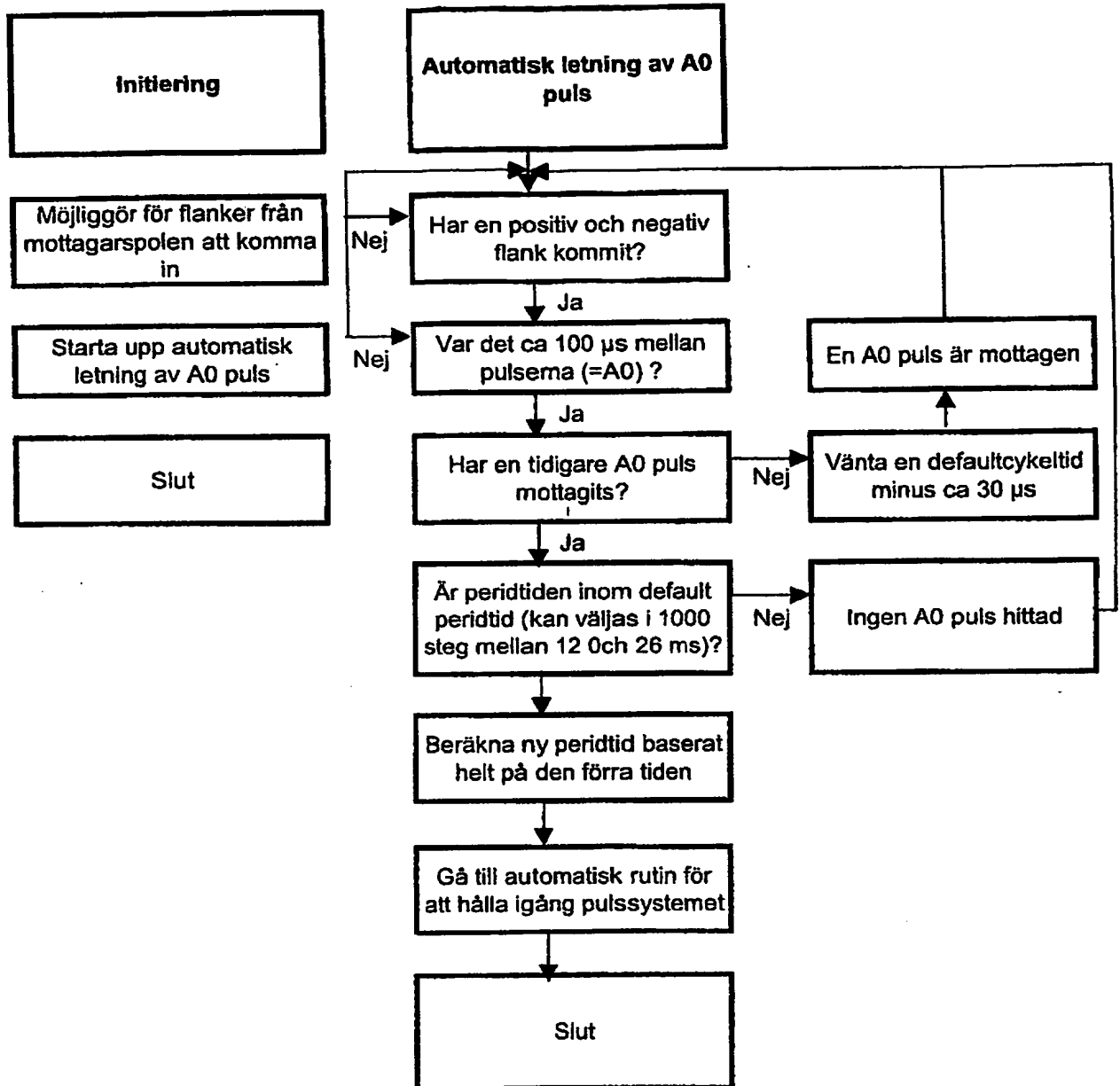


FIG. 6

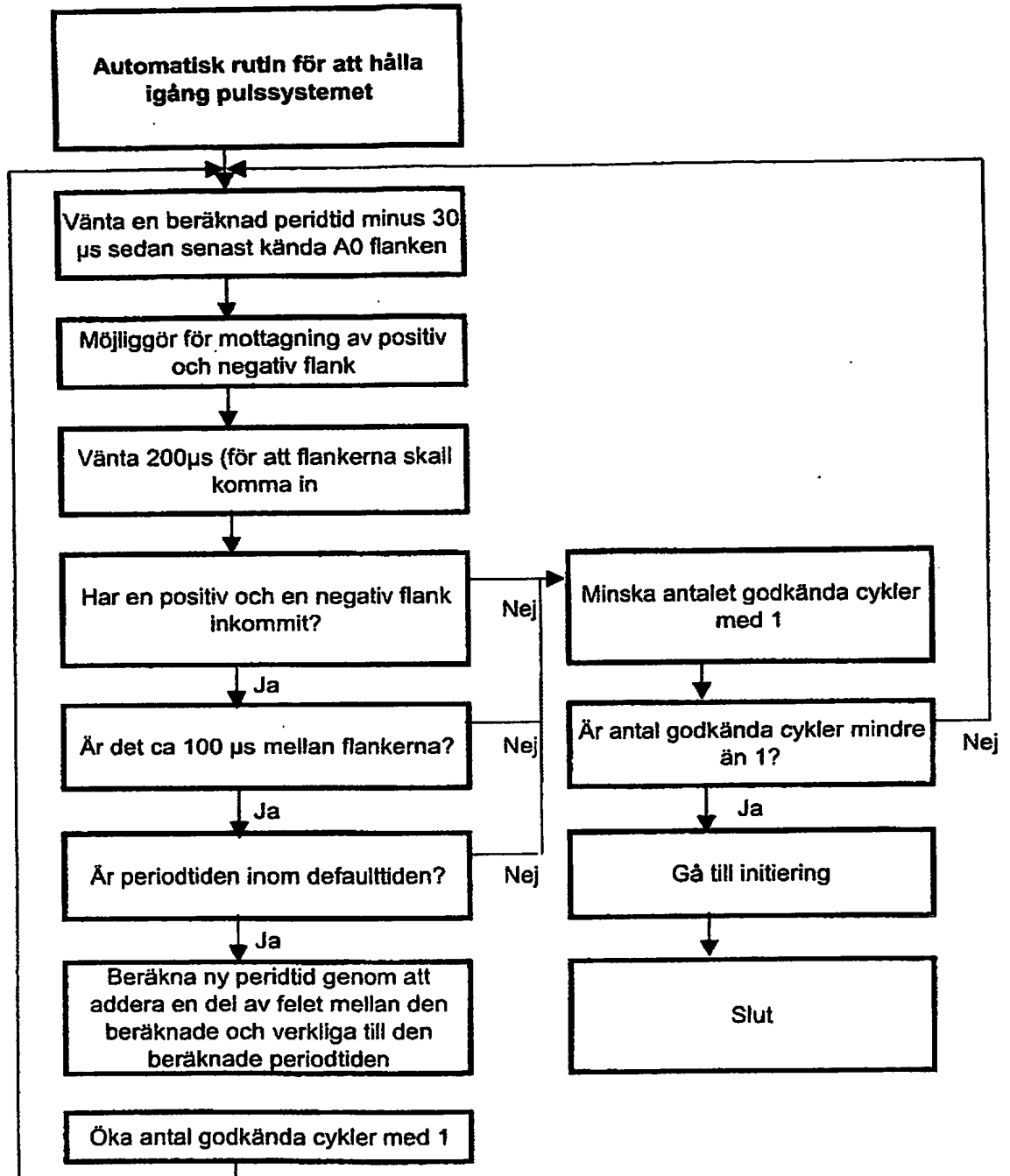


FIG. 7

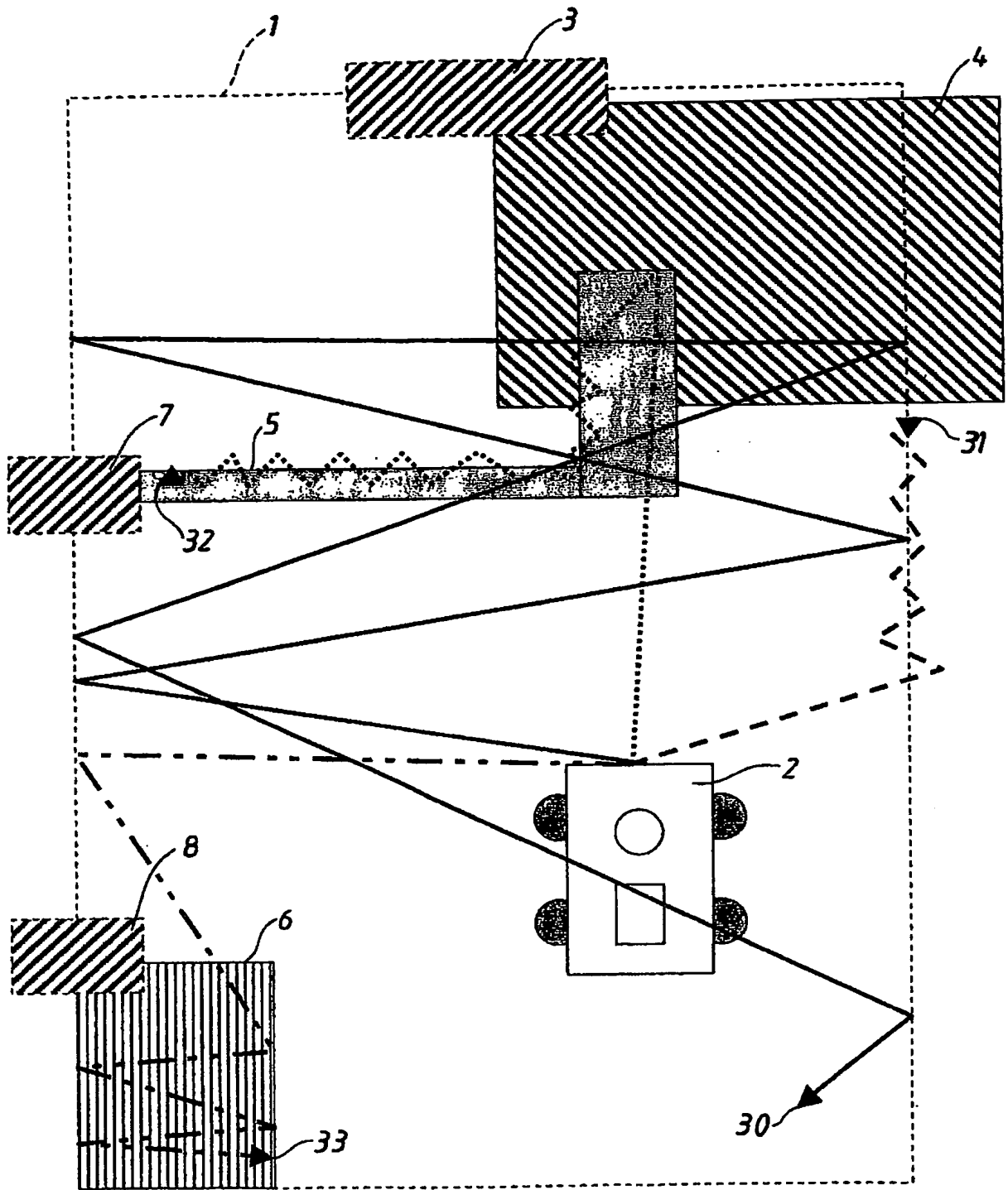


FIG. 8

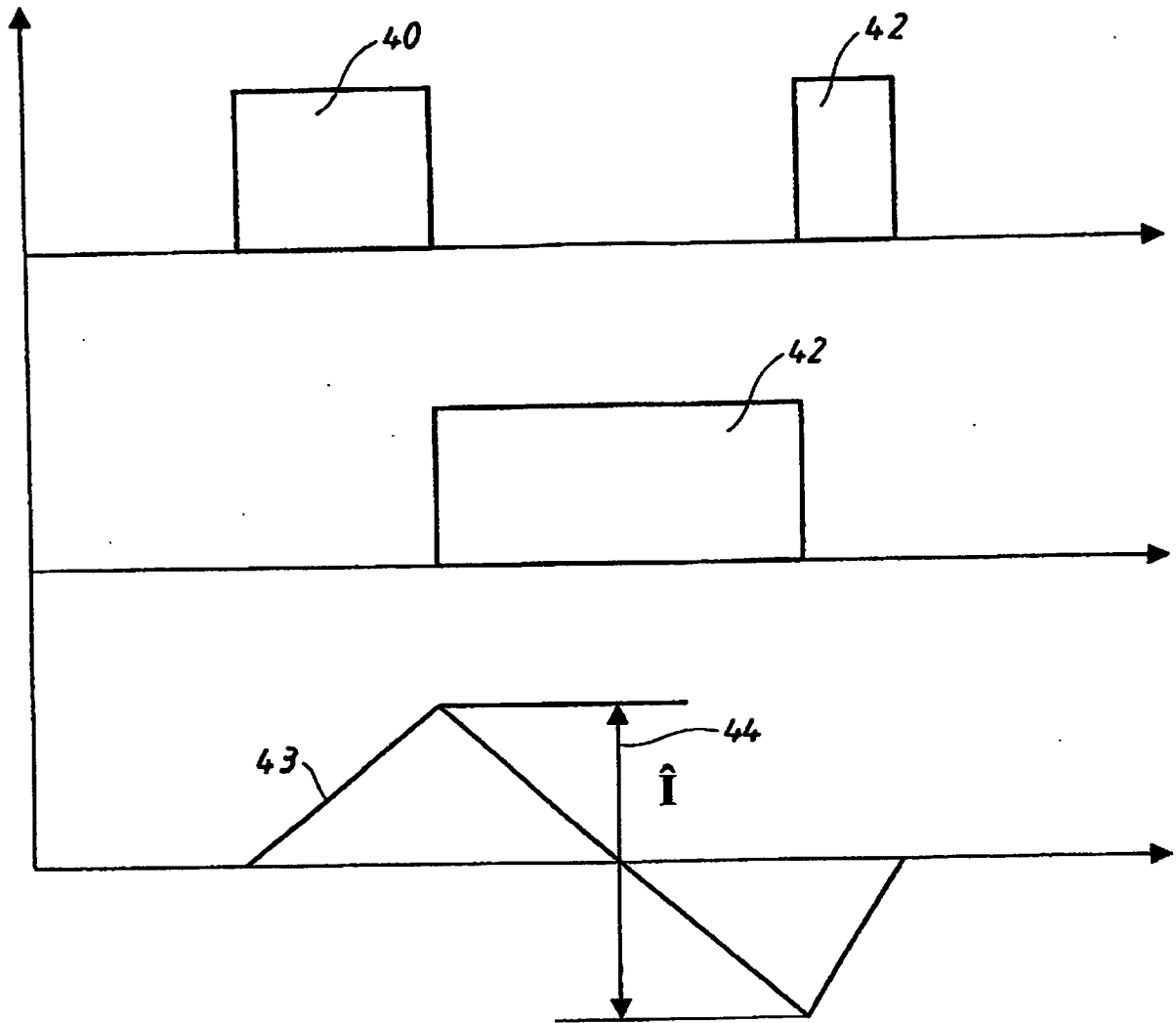


FIG. 9

9  
8  
7  
6  
5  
4  
3  
2  
1

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**